Arnaldoa 24 (1): 333 - 342, 2017
http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24115

ISSN: 1815-8242 (edición impresa)
ISSN: 2413-3299 (edición online)

Efecto del acondicionamiento osmótico en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) "taya"

Effect of osmotic conditioning in germination of seeds of *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) "taya"



Segundo Eloy López Medina & Armando Efraín Gil Rivero
Laboratorio de Biotecnología del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Avenida Juan Pablo II, Trujillo, PERÚ
seellome88@gmail.com a.gr108@hotmail.com



Recibido: 15-I-2017; Aceptado: 20-III-2017; Publicado: VI-2017; Edición online: 02-VI-2017

Resumen

La "taya" *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) es muy valorada por sus principios activos y propiedades medicinales. Esto ha ocasionado que su interés productivo haya aumentado a nivel mundial, pues el sector industrial demanda ácido tánico, el cual es utilizado como agente clarificador de alimentos, además de sus usos en la industria papelera, farmacéutica y química. Ante esta realidad, se pretende masificar el cultivo de *C. spinosa*, para lo cual la propagación empleando semilla botánica es una buena alternativa. Ante la necesidad de obtener plantas vigorosas y uniformes, se tomó como objetivo determinar el efecto de acondicionamiento osmótico de semillas de *C. spinosa* "taya". Para ello, se seleccionaron semillas, las cuales se transportaron al Laboratorio de Biotecnología del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos, donde se procedió a la escarificación, para posteriormente someterlas a osmoacondicionamiento, según los tratamientos: T1: 0 h; T2: 24 h; T3: 48 h; T4: 72 h y T5: 96 h. Finalmente, se dejaron secar por un lapso de siete días a temperatura ambiente, para luego colocarlas a germinar en placas de Petri. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo T2 y T5 los que evidenciaron mayor potencia germinativa, velocidad y uniformidad de germinación y vigor germinativo. Se concluye que el acondicionamento osmótico mejora la germinación de *C. spinosa*, lo cual se evidencia en T2, siendo el tratamiento que se recomienda utilizar para futuras investigaciones.

Palabras clave: efecto, acondicionamiento osmótico, semillas, *Caesalpinia spinosa*, "taya".

Abstract

Caesalpinia spinosa (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) "taya" is highly valued for its active principles and medicinal properties. This has caused a worldwide increase in its production interest, as the industrial sector demands tannic acid, which is used as food clarifying agent, in addition to its uses in the paper, pharmaceutical and chemical industry. With this reality, there is the intention to massify the cultivation of *C. spinosa*, for which propagation using botanical seed is a good alternative. Given the need to obtain vigorous and uniform plants, the objective was to determine the effect of osmotic conditioning of seeds of *C. spinosa* "taya". For this, seeds were selected, which were transported to the Biotechnology Laboratory of the Potato and Andean Crops Institute, where the scarification was carried out, and then subjected to osmo-conditioning, according to the treatments: T1: 0 h; T2: 24 h; T3: 48 h; T4: 72 h and T5: 96 h. Finally, they dried for a period of seven days at room temperature, then they were placed for germination in Petri dishes. Statistically significant differences were found, with T2 and T5 showing greater germinative power, speed and uniformity of germination and germinative vigor. It is concluded that the osmotic conditioning improves the germination of *C. spinosa*, which is evident in T2 that is the recommended treatment to be used for future researches.

Keywords: effect, osmotic conditioning, seeds, *Caesalpinia spinosa*, "taya".

Introducción

En la familia Fabaceae, el género *Caesalpinia,* abarca 150 especies, de las que 40 están presentes en Sudamérica. *C. spinosa,* es un arbusto o árbol siempre verde, con espinas en tallo y ramas, de 3 a 8 m de altura. Las hojas son laxamente espinosas, mientras que las flores se disponen en racimos terminales. El fruto es una legumbre coriácea de 6 a 10 cm de largo y 1,5 a 2,5 cm de ancho; poseyendo entre 5 a 8 semillas redondas. Es conocido como: "tara", "guaranga", "tanino" o "taya" (Dostert *et al.*, 2009). Esta especie está distribuida en la costa desde Piura hasta Tacna. En la sierra abunda en los departamentos de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Junín y Pasco (Brako & Zarucchi, 1993).

El Perú es el primer productor mundial de frutos de "tara", teniendo una participación del 80% de la producción mundial. Sin embargo, la producción proviene principalmente de formaciones naturales, mas no de agroecosistemas. Los frutos de *C. spinosa* son un recurso natural de mucha importancia, pues el ácido tánico, es muy utilizado como agente clarificador en la fabricación de vinos, cerveza y alimentos. A nivel industrial es empleado en la industria papelera, farmacéutica, química, de pinturas (FAO, 2002; Dostert *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2003; De La Cruz, 2004; Villacrés & Flores, 2013).

El proceso de germinación consta de varias fases: 1) Absorción de agua o imbibición. 2) Activación del metabolismo y 3) Elongación del embrión y ruptura de la testa. Por ello, la germinación puede definirse como aquellos eventos que comienzan con la captación de agua por la semilla y finalizan con la elongación de los ejes embrionarios, es decir, la radícula y la plúmula (Suárez & Melgarejo, 2011; Herrera & Guevara, 2006).

Las semillas no necesariamente germinan de inmediato ya que pueden permanecer en latencia, o tener baja viabilidad o las condiciones de germinación no son apropiadas (Jara, 1996). Siendo de importancia conocer la calidad de la semilla sembrada para la obtención de una población de plántulas vigorosas y uniformes. Por ello, existen pruebas rápidas para el control de la calidad, las cuales permiten distinguir entre semillas vivas y muertas. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis a las mediciones de otros componentes, tales como: Sanidad, vitalidad o vigor y viabilidad. Estas pruebas realizadas en laboratorio ofrecen una primera información respecto a la calidad de las semillas (Silva *et al.*, 2011; Cordero & Trujillo, 1995; Salinas *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2008). Por lo tanto, el conocimiento inadecuado de la biología de la germinación de semillas de especies forestales, puede limitar la efectividad y consistencia de propagación y prácticas de manejo (Lynne, 2000).

Cuando se colocan las semillas en condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación y no germinan, se dice que presentan una condición de latencia, pudiendo deberse a la presencia de una cubierta (testa) dura o por la liberación de inhibidores químicos. Esta condición es reversible sometiendo a la semilla a una serie de tratamientos (Herrera & Guevara, 2006; Jara, 1996). Una alternativa de tratamiento de semillas, es a través del acondicionamiento osmótico de semillas, también conocido como osmoacondicionamiento. Esta técnica se define como un tratamiento que reciben las semillas, con 2 propósitos fundamentales: 1) Reducir el tiempo necesario para germinar, aun cuando las condiciones ambientales son poco favorables y 2) conseguir una nascencia más uniforme, tratando de lograr que la mayor parte de las semillas den lugar a plantas útiles (Durán & Retamal , 1998). El osmoacondicionamiento consiste en permitir que la semilla absorba agua muy lentamente activando el metabolismo de germinación, hasta alcanzar un punto de equilibrio de humedad, evitándose la captación adicional de agua. Con ello, se mejora la calidad fisiológica de la semilla, sin llegar a producirse situaciones de anoxia o fermentaciones. Logrando reducir el tiempo de germinación, sincronizar la germinación, y mejorar el porcentaje de germinación. Investigaciones han demostrado que esta técnica varía según el agente de osmoacondicionamiento y el periodo de tratamiento. Ejemplo de ello

son los ensayos en *Solanum lycopersicum*, empleando nitrato de potasio a una solución de 200 mg L-1 (Moreno *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2007; Gilles, 2007). Concluyéndose, que el osmoacondicionamiento afecta favorablemente las características de germinación, emergencia, crecimiento y supervivencia de plantas, ya que las semillas germinaron con mayor velocidad, presentando la mejor tasa y velocidad de germinación en campo (Aljaro & Wyneken, 1985). Considerando lo anteriormente mencionado, se propuso como objetivo de la presente investigación la evaluación del efecto del acondicionamiento osmótico en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) "taya".

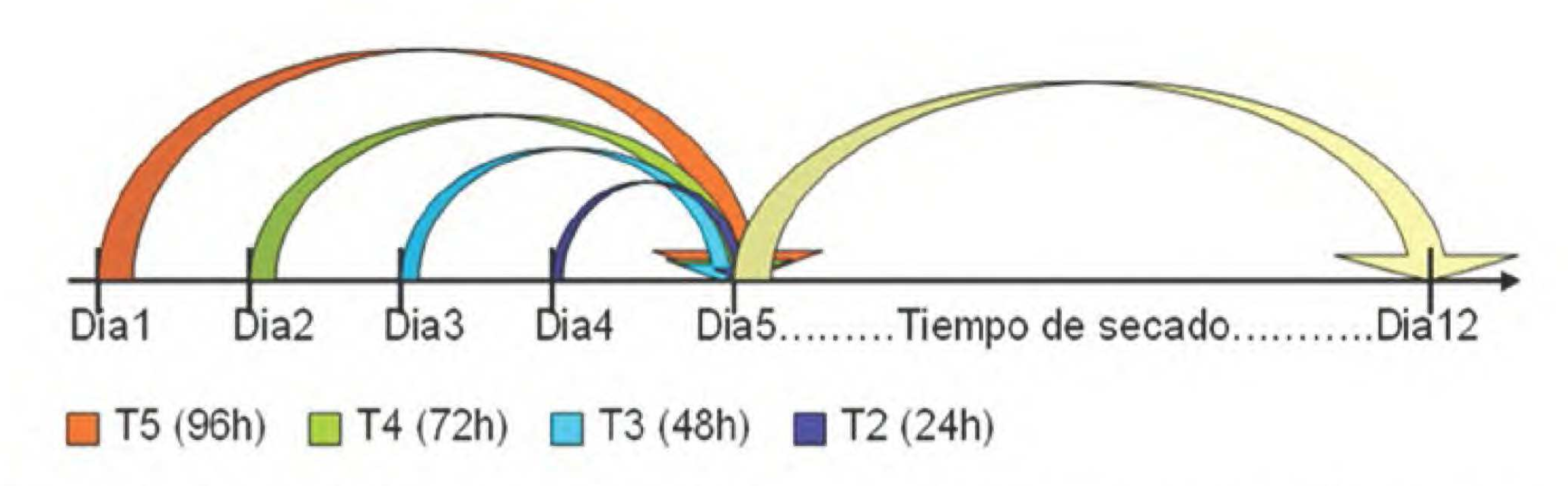
Material y métodos

La especie (*Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze*) empleada en el presente trabajo se encuentra registrada en el Herbarium Truxillense (HUT), con registro nº 58870. La fase experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. El experimento conto con 450 semillas de *C. spinos*a con capacidad de germinar, colectadas de los árboles de la Ciudad Universitaria. Primero se procedió a la escarificación física, proceso mediante el cual las semillas fueron introducidas en agua caliente moviendo suavemente y dejándolas por 24 horas. Pasadas las 24 horas las semillas embebidas fueron sometidas al proceso de osmoacondicionamiento en agua. Los tiempos de osmoacondicionamiento que se tomaron fueron: T1: 0 h; T2: 24 h; T3: 48 h; T4: 72 h y T5: 96 h. El primer día se colocó a osmoacondicionar el tratamiento T5, el segundo día el tratamiento T4, el tercer día el tratamiento T3 y el cuarto día el tratamiento T2, de esta manera el quinto día se sacaron las semillas de los cuatro tratamientos del osmoacondicionamiento, se lavaron con agua corriente y se colocaron a secar al aire libre a una temperatura promedio de 20°C con luz durante el día y oscuridad en la noche por un lapso de 7 días, para luego colocarlas a germinar en placas de Petri.

Las variables que se consideraron para el estudio fueron: 1) Potencia germinativa (PG): Es el porcentaje de germinación total al finalizar el ensayo, el cual expresa el nº de plántulas que puede producir un numero dado de semillas. 2) Velocidad de germinación (VG): Días que transcurren desde la colocación de las semillas a germinar hasta que germinan al menos un 5% de las semillas en cada unidad experimental. 3) Uniformidad de germinación (UG): Es el número de días que tardan las semillas en alcanzar entre el 5% y 95% de la germinación final, en cada unidad experimental. Por otro lado, otras variables relacionadas con la potencia y velocidad de germinación son: a) Valor máximo (VM): Cociente máximo que se obtiene al dividir cada una de las germinaciones diarias acumuladas por el correspondiente número de días para alcanzarla en cada tratamiento. b) Germinación diaria media (GDM): Porcentaje final de germinación dividido entre el número de días de duración de la prueba. c) Germinación media (G50): Número de días que pasan desde el inicio del experimento hasta alcanzar el 50% de la germinación final en cada tratamiento y d) Índice de Czabator (IC): Resultante de la multiplicación de VM x GDM (Hartmann & Kester, 1980; Piedrahita, 1998; Ffolliott & Thames ,1983).

El diseño estadístico fue completamente al azar, estando constituido por 5 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento. Los datos obtenidos, fueron

Fig. 1. Diagrama del proceso de osmoacondicionamiento de *C. spinosa*.



sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y Tukey.

Resultados y discusión

La tabla 1 presenta los resultados de potencia germinativa, velocidad de germinación y uniformidad de germinación. Pudiéndose observar que T2 (24 h) tiene una mayor potencia germinativa por encima del 90%, el cual es 2,4 veces mayor que el testigo. Siendo sinónimo de una mayor energía y vigor germinativo. Recientes investigaciones corroboran los resultados obtenidos, al afirmar, que al someter semillas a osmoacondicionamiento se obtiene mayor porcentaje y velocidad de germinación (Moreno *et al.*, 2013; Alfaro, 1997). Por otro lado T2 y T5 (Tabla 1), evidenciaron una mayor velocidad germinativa. Estudios han demostrado que el tiempo de germinación y emergencia disminuye ante el incremento de las horas de inmersión en el agente osmótico (Villa *et al.*, 2012). Por lo tanto, el osmoacondicionamiento afecta directamente en la germinación, emergencia y demás variables. En lo referente a uniformidad de germinación, Aljaro & Wyneken (1985), afirman que el acondicionamiento osmótico puede no afectar directamente sobre este factor. Siendo importante también considerar, que esta variable es indicador de energía germinativa y del grado de domesticación del cultivo. Por ello, se dice que a más silvestre y menos domesticado sea un planta, su germinación será menos uniforme debido a la existencia de inhibidores de germinación. Cuyo objetivo es preservar la especie, a través de una germinación desuniforme, ante condiciones no favorables (Medina, 2010).

Tabla 1. Comparación de las variables: PG = Potencia germinativa; VG = Velocidad de germinación y UG = Uniformidad de germinación, para los diferentes tratamientos de osmoacondicionamiento en la germinación de semillas de *C. spinosa*.

Tiempo	PG	VG	UG
T1 (0 h)	38.9	5.3	3
T2 (24 h)	92.2	3	4
T3 (48 h)	82.2	3	4.33
T4 (72 h)	83.3	3	4
T5 (96 h)	75.6	2	3.33

Tabla 2. Comparación de las variables relacionadas con IC = Índice de Czabator. Ej.: VM = Valor máximo; GDM = Germinación diaria media y G_{50} = Germinación media, para los diferentes tratamientos de osmoacondicionamiento en la germinación de semillas de *C. spinosa.*

Tiempo	VM	GDM	IC	G_{50}
T1 (0 h)	4,4	4,9%	0,21	6,3
T2 (24 h)	11,9	13,2%	1,56	5,3
T3 (48 h)	10,6	11,7%	1,24	6,0
T4 (72 h)	10,8	11,9%	1,29	4,3
T5 (96 h)	16,7	10,8%	1,80	3,0

Los tratamientos T2 y T5 (Tabla 2), evidenciaron los valores más altos de VM y GDM, lo cual se ve expresado en el valor del índice de Czabator. El cual es indicador de un mayor vigor germinativo y una mayor actividad y capacidad durante la germinación, emergencia y crecimiento de plántulas (Hartmann & Kester, 1980; Deneb, 2004). Entre ambos factores que componen al índice de Czabator, se afirma que el valor máximo VM tiene mayor peso que la germinación diaria media GDM. Esa es la razón por la que a mayor valor máximo (VM), obtendremos un mayor índice de Czabator (IC) y una menor germinación media (G_{50}). Estudios confirman que GDM puede igualar a VM cuando se presentan lotes o tratamientos de lenta germinación. Ambos factores se calculan como la razón entre el porcentaje de germinación acumulado y el número de días para alcanzar dicho porcentaje (Piedrahita, 1998).

Los resultados del análisis de varianza, solamente para los factores potencia germinativa y velocidad de germinación, indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un nivel de confianza de 95,0%. Esto corrobora la existencia de diferentes respuestas de las semillas de *C. spinosa* ante diferentes tiempos de osmoacondicionamiento. Por otro lado, los resultados de la prueba Tukey nos permiten afirmar que el tratamiento T2 es el que tiene mayor potencia germinativa, mientras que T5 tiene la mayor velocidad de germinación. Debido a que no existe diferencia estadísticamente significativa para la uniformidad de germinación, el tratamiento T2 es el más idóneo, el cual se recomienda utilizar para futuras investigaciones.

Conclusión

El acondicionamiento osmótico influye positivamente en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) "taya" evidenciándose en el tratamiento 2.

Recomendaciones

Las semillas que se utilicen para ensayos de germinación deben ser las más homogéneas y del mismo lugar de procedencia, para evitar factores que puedan inducir a errores en el análisis de los resultados finales.

Literatura citada

Alfaro, C. 1997. Efecto de tratamientos a las semillas en la emergencia y calidad de plántulas para trasplante en cinco cultivos olerícolas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana ZAMORANO, Honduras.

Aljaro, A. & L. Wyneken. 1985. Acondicionamiento osmótico de semillas de "pimiento" (*Capsicum annuum* L.) y su efecto es en la germinación y emergencia. Rev. Agricultura Técnica (Chile), 45 (4): 293:302.

Blayne, D.; C. Scholz & A. Boe. 1985. Osmoconditioning and growth regulator seed treatment effect on sugarbeet yield. Sugarbeet Research and Extension Reports, 16: 217-220.

Brako, L.; J. Zarucchi. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.

Cordero, D. & J. Trujillo. 1995. Viabilidad de semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* en laboratorio y su relación con el comportamiento en vivero. Resum. Semana Cientifica CATIE. Instituto tecnológico Costa Rica.

De La Cruz, **P.** 2004. Aprovechamiento integral y racional de la "tara". Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, 7 (14): 64:73.

Deneb, M. 2004. Análisis de vigor de semillas. Instituto Nacional de Semillas (INASE) Uruguay. Disponible en: http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111_56.pdf

Durán, J. & N. Retamal. 1998. Acondicionamiento mátrico y osmótico de semillas hortícolas. Rev. Agropecuaria, 67: 156-160.

Dostert, N.; J. Roque; G. Brokamp; A. Cano; M. La Torre & M. Weigend. 2009. Datos botánicos de "Tara". Disponible en: http://www.botconsult.com/downloads/Tara_factsheet_final.pdf

FAO. 2002. Evaluación de los recursos forestales Mundiales. Edit. Food & Agriculture Org.: Roma.

Ffolliott, P. & J. Thames.1983. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina. Universidad de Arizona. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/Q2180S/Q2180S00.htm#TOC

Gilles, A. 2007. Germinación, vigor, viabilidad, calidad y mejora de semillas de "cebolla" (*Allium cepa L.*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Madrid.

Hartmann, H. & D. Kester. 1980. Propagación de plantas principios y prácticas. Editorial Continental S. A.: México.

Herrera, J. & E. Guevara. 2006. Germinación Y Crecimiento de la Planta. Edit. UCR: Costa Rica.

Jara, L. 1996. Biología de semillas forestales. Edit. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE: Costa Rica.

Janick, J.1992. Horticultural Reviews. Editorial John Wiley & Sons: Canada.

Lynne, K. 2000. Mejoramiento genético y semillas forestales. Rev. Forestal Centroamericana. Disponibleen:https://books.google.com.pe/books?id=y20OAQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Medina, C. 2010. Domesticación de las Plantas Cultivadas. Edit. GRAFICART: Perú.

Melo, M.; P. Glorio & G. Tarazona. 2013. Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de "tara" *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Rev. Soc. Quím. Perú, 79 (3) : 218-228.

Moreno, B. & S. Jiménez. 2013. Efecto del acondicionamiento osmótico en semillas de "tomate2 (*Solanum lycopersicum* L. var. Santa Clara). Conexión Agropecuaria, 3 (2): 11-17.

Piedrahita, E. 1998. Aumento del vigor en semillas de *Pinus patula* (Schlecht. & Cham.) por el efecto de osmoacondicionamiento. Crónica Forestal y del Medio Ambiente ,13(1).

Rodríguez, I.; G. Adam & M. Durán. 2008. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor de las semillas .Agropecuaria, 78:836-842.

Salinas, R.; M. Yoldjian; M. Craviotto & V. Bisaro. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de las semillas de "soya". Rev. Pesq. agropec. Bras, 36(2): 371-379.

Sánchez, M.; J. Mejía; J.; A. Hernández; A. Carballo & A. Peña. 2007. Acondicionamiento osmótico de semillas de "cebolla" (*Allium cepa* L.). Agricultura técnica en México, 33(1), 63-71.

Silva, M.; M. Toselli & E. Casenave. 2011. Poder germinativo del "algodón", una tecnología al alcance del consumidor. Rev. Cultivos Tropicales, 33:41 - 45.

Suárez, D. & L. Melgarejo. 2011. Biología y germinación de semillas. Laboratorio de fisiología y bioquí-

mica vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/4/03_Cap01.pdf

Villa, M.; E. Catalán; M. Inzunza; A. Román; H. Macías. 2012. Respuesta de semillas de “frejol” (*Phaseolus vulgaris* L.) al acondicionamiento osmótico. Rev. Producción Agrícola, 12(3): 25:29.

Villacrés, D. & L. Flores. 2013. Efecto del acondicionamiento de suelo terracottem sobre el rendimiento y desarrollo de *Caesalpinia spinosa* Kuntze en la reserva Pisaca, Cantón Paltas, provincia de Loja. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja.

ANEXO



Fig. 1. *Caesalpinia spinosa* A. Frutos; B. Inflorescencia.